



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 0 月 2 5 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 1 1 9 2 0  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 2 - 3 1 1 9 2 0 ]

出 願 人  
Applicant(s): シャープ株式会社  
凸版印刷株式会社

2 0 0 3 年 8 月 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 1 8 2 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J03139

【提出日】 平成14年10月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 マスク欠陥検査方法、マスク製作方法及び半導体集積回路の製造方法

【請求項の数】 6

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 青木 英治

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 小林 慎司

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内

    【氏名】 丸茂 俊幸

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内

    【氏名】 秋間 慎二

【特許出願人】

    【識別番号】 000005049

    【氏名又は名称】 シャープ株式会社

    【代表者名】 町田 勝彦

## 【特許出願人】

【識別番号】 000003193  
【氏名又は名称】 凸版印刷株式会社  
【代表者名】 足立 直樹

## 【代理人】

【識別番号】 100078868  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 河野 登夫  
【電話番号】 06-6944-4141

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100114557  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 河野 英仁  
【電話番号】 06-6944-4141

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001889  
【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0208490

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マスク欠陥検査方法、マスク製作方法及び半導体集積回路の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デバイス設計に基づき得られたマスク設計データを、該マスク設計データによる露光転写パターンが補正前のマスク設計データに近づくように補正して、補正後マスク設計データを作成する第 1 工程と、該補正後マスク設計データからマスク欠陥を検査する為の参照データを作成する第 2 工程と、前記補正後マスク設計データに基づき形成されたマスクの形状をセンサにより実測し、センサデータを作成する第 3 工程と、前記参照データ及びセンサデータを比較し、前記マスク上の欠陥を検出する第 4 工程とを備えるマスク欠陥検査方法において、

前記第 1 工程は、前記マスク設計データから、所定の幅以下のパターン及び所定値以下のパターン間隔を含む非検査領域を示す第 1 非検査領域データを抽出する工程と、抽出された第 1 非検査領域データと前記非検査領域に対応する補正前の前記マスク設計データとを比較し、所定基準に基づき前記第 1 非検査領域データを取捨選択する工程と、選択された第 1 非検査領域データを、前記補正後マスク設計データに含めて保存する工程とを含み、前記第 4 工程は、前記第 1 非検査領域データが示す前記マスク上の非検査領域を除外して、前記参照データ及びセンサデータを比較することを特徴とするマスク欠陥検査方法。

【請求項 2】 前記マスク設計データは、前記所定の幅以下のパターン及び前記所定値以下のパターン間隔を含む非検査領域を示す第 2 非検査領域データを、予め含んでおり、前記第 1 工程は、前記第 1 非検査領域データ及び第 2 非検査領域データの論理和を取り、最終的な非検査領域データを作成する工程を更に含む請求項 1 記載のマスク欠陥検査方法。

【請求項 3】 デバイス設計に基づき得られたマスク設計データを、該マスク設計データによる露光転写パターンが補正前のマスク設計データに近づくように補正して、補正後マスク設計データを作成する第 1 工程と、該補正後マスク設計データからマスク欠陥を検査する為の参照データを作成する第 2 工程と、前記補

正後マスク設計データに基づき形成されたマスクの形状をセンサにより実測し、センサデータを作成する第3工程と、前記参照データ及びセンサデータを比較し、前記マスク上の欠陥を検出する第4工程とを備えるマスク欠陥検査方法において、

前記マスク設計データは、所定の幅以下のパターン及び所定値以下のパターン間隔を含む非検査領域を示す非検査領域データを含んでおり、前記第4工程は、該非検査領域データが示す前記マスク上の非検査領域を除外して、前記参照データ及びセンサデータを比較することを特徴とするマスク欠陥検査方法。

【請求項4】 前記所定の幅及び所定値は、前記第4工程における検出可能な下限値である請求項1乃至3の何れかに記載のマスク欠陥検査方法。

【請求項5】 請求項1乃至4の何れかに記載されたマスク欠陥検査方法により検査されたマスクを製作することを特徴とするマスク製作方法。

【請求項6】 請求項5に記載されたマスク製作方法により製作されたマスクを使用して、半導体集積回路を製造することを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、露光の際の光近接効果に対して補正した露光用マスクの設計データを作成する為のマスク欠陥検査方法、このマスク欠陥検査方法により検査されたマスクを製作するマスク製作方法、及びこのマスク製作方法により製作されたマスクを使用する半導体集積回路の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造工程においては、設計データから作られたレイアウトパターンを、フォトマスクに形成し、形成したフォトマスクを使用した投影露光により、レイアウトパターンをウエハに形成するフォトリソグラフィ工程を、複数回経る。この場合、典型的なフォトマスクは、石英基板上に設けられた遮光部の有無により、パターンが形成される。

## 【0003】

近年、半導体集積回路の微細化に伴い、フォトマスクに形成されるパターンも微細化し、投影露光されるパターンも微細化されている。パターンが微細化すると、光の回折現象による干渉効果が顕著に現れることになり、本来の設計データと大きく異なるパターンがウエハに転写されてしまい、最終的に形成される集積回路の歩留まり低下、及び集積回路の動作の不具合等の原因となる。

光の干渉効果の影響の例を図9（a）（b）に示す。図9（a）は、マスク設計データにおけるパタンの角部であり、このパターンを投影露光して生じたパターンが、図9（b）に示されており、パタンの角部が欠けて丸くなっている。

## 【0004】

このような、光の干渉効果による投影露光後のパタンの変形を低減させる為に、OPC（Optical Proximity effect Correction）と呼ばれる技術が開発されている。これは、光の回折効果の影響を光学的なシミュレーション、又は実際に投影露光されたテストパターン等から評価し、その評価結果に基づき、フォトマスクパターンを設計データに対して補正することで、投影露光により形成されるパターンを、より設計データに忠実に再現する方法である。

## 【0005】

OPCの典型的な例を図9（c）（d）に示す。図9（c）では、図9（a）に示すマスク設計データに対して、端部を変形させており、その露光パターンを図9（d）に示す。図9（d）では、図9（b）に比べて、角部の後退量が減少しており、より設計データに忠実に再現していることが判る。

ところが、このような設計データの補正は、マスク製作時にマスクパターンが設計データに基づき正常に形成されているか否かを検証するマスク検査工程において、擬似的なエラーを発生させる為、検査時間を増大させ、コスト上昇を招くという問題を生じさせる。

## 【0006】

図10（a）は、OPCが実施されていない設計データの例を示す説明図である。図10（a）が示すデータは、図11のフロー図が示すマスク欠陥検査方法に従い、マスクが製作され検査が実施される。

このマスク欠陥検査方法では、先ず、一方の工程として、マスク設計データ D20 に基づき製作されたマスク (S33) の形状を、光学的センサにより読み取り、実際のマスク形状を記録したセンサデータ D22 を作成する (S34)。また、他方の工程として、マスク設計データ D20 に基づき、角部の丸まり等を考慮して、参照データ D21 を作成する (S30)。その後、センサデータ D22 と参照データ D21 とを比較対照させ (S31)、差異が生じた箇所を、欠陥として検出する (S32)。

#### 【0007】

ところで、図 11 が示す従来のマスク検査方法は、図 10 (b) に示すような OPC を実施された設計パタンの場合には、擬似的なエラーを発生させ、検査時間を増大させ、コスト上昇を招く可能性がある。これは、主に、マスク形状を読み取る検査装置の光学的センサの感度に限界があり、一定の値以下のパタン幅又はパタン間隔については、正常に読み取ることが出来ず、参照データとの間に差異が生じて、擬似的にエラーと判定してしまう為である。

#### 【0008】

例えば、検査装置がエラー無く読み取り可能な間隔が 600 nm であり、4 倍縮小投影用のマスクを作成する場合について考える。この場合、設計データ上では、 $600 / 4 = 150$  nm 以上が、検査装置がエラー無く読み取り可能な範囲になる。図 12 (a) に示すように、設計データ時には、160 nm の間隔であったパタンが、図 12 (b) に示すように、OPC 後のデータでは、145 nm になった場合、検査装置は擬似的にエラーと判定することになり、エラー箇所の確認の為、検査工程が止まり、検査工程の遅延を招く。

#### 【0009】

この為、検査工程での擬似的なエラーを防ぐ為の方法が提案されている。その一つは、OPC の処理に制限を設ける方法である。これは、光学的な補正を実施する際に、設計データを補正する量を、検査装置でエラーを生じない範囲に制限する方法である。

例えば、図 12 (c) (d) に示すように、検査装置がエラー無く読み取り可能な間隔の、設計データに換算した値が 150 nm である場合には、間隔が 150

nm以下にならないように、データを補正する。

しかし、この方法では、検査工程でエラーは生じないが、補正量は最適な値より小さく制限され、フォトリソグラフィ工程でのパターン形成で、意図したパターンからのずれが大きくなってしまう。

#### 【0010】

他の方法として、特許文献1には、参照データの作成工程にエラー領域の判定工程を追加するマスク欠陥検査方法が記載されている。図13は、このマスク欠陥検査方法を示すフロー図である。

このマスク欠陥検査方法では、補正前マスク設計データD23から、実測値に基づき、予め決められた方法により補正（光近接効果補正）を実施し、補正後マスク設計データD24を作成する（S35）。

次に、一方の工程として、補正後マスク設計データD24に基づき製作されたマスク（S39）の形状を、光学的センサにより読み取り、実際のマスク形状を記録したセンサデータD26を作成する（S40）。また、他方の工程として、補正後マスク設計データD24に基づき、角部の丸まり等を考慮して、参照データD25を作成する（S36）。

#### 【0011】

この参照データD25を作成する工程（S36）において、図14のフロー図が示すような判定工程を追加する。この工程では、補正後マスク設計データD24を読み込み、マスク検査のエラー判定条件以下のパターンであるか否かを判定する（S41）。ここで、エラー条件以下の場合は、この領域を除外し（S43）、それ以外のデータを参照データD25として作成する（S42）。

次に、センサデータD26と参照データD25とを比較対照させ（S37）、差異が生じた箇所を、欠陥として検出する（S38）。

#### 【0012】

##### 【特許文献1】

特開2001-272770号公報

#### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】



しかし、このマスク欠陥検査方法には、いくつかの問題がある。一つは、参照データ D 2 5 の形成工程 (S 3 6) と、マスク製作工程 (S 3 9) とが平行して進められる為に、参照データ形成時 (S 3 6) に抽出された非検査領域データが不適切であり、その原因が補正前マスク設計データ D 2 3 又は O P C 処理 (S 3 5) にあると分かった場合でも、マスクの製作が進められており、余計なコスト上昇の要因となる。

#### 【0014】

また、他の問題として、予め O P C 補正 (S 3 5) 後にエラー領域になると分かっているような特定の設計パターンに対しても、常に補正後マスク設計データ D 2 4 に対して検査をする必要があり、コスト上昇の要因となる。

更に、他の問題として、参照データ D 2 5 を作成する装置は、通常、マスク検査装置と一体化されている場合は、これらの検査装置のプログラムを変更して作り直す必要があり、コスト上昇を招く。尚、マスク検査装置は、図 1 3 が示す S 4 0, D 2 6, S 3 6, D 2 5 を装置内に含み、装置メーカーで一体化され完成品となっているので、プログラムの変更には手間が掛かる。

#### 【0015】

本発明は、上述したような事情に鑑みてなされたものであり、第 1 ～ 4 発明では、設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来るマスク欠陥検査方法を提供することを目的とする。

第 5 発明では、第 1 乃至 4 発明に係るマスク欠陥検査方法により検査されたマスクを製作するマスク製作方法を提供することを目的とする。

第 6 発明では、第 5 発明に係るマスク製作方法により製作されたマスクを使用する半導体集積回路の製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係るマスク欠陥検査方法は、デバイス設計に基づき得られたマスク設計データを、該マスク設計データによる露光転写パターンが補正前のマスク設計デ

ータに近づくように補正して、補正後マスク設計データを作成する第1工程と、該補正後マスク設計データからマスク欠陥を検査する為の参照データを作成する第2工程と、前記補正後マスク設計データに基づき形成されたマスクの形状をセンサにより実測し、センサデータを作成する第3工程と、前記参照データ及びセンサデータを比較し、前記マスク上の欠陥を検出する第4工程とを備えるマスク欠陥検査方法において、前記第1工程は、前記マスク設計データから、所定の幅以下のパターン及び所定値以下のパターン間隔を含む非検査領域を示す第1非検査領域データを抽出する工程と、抽出された第1非検査領域データと前記非検査領域に対応する補正前の前記マスク設計データとを比較し、所定基準に基づき前記第1非検査領域データを取捨選択する工程と、選択された第1非検査領域データを、前記補正後マスク設計データに含めて保存する工程とを含み、前記第4工程は、前記第1非検査領域データが示す前記マスク上の非検査領域を除外して、前記参照データ及びセンサデータを比較することを特徴とする。

#### 【0017】

このマスク欠陥検査方法では、第1工程で、デバイス設計に基づき得られたマスク設計データを、マスク設計データによる露光転写パターンが補正前のマスク設計データに近づくように補正して、補正後マスク設計データを作成し、第2工程で、補正後マスク設計データからマスク欠陥を検査する為の参照データを作成する。第3工程で、補正後マスク設計データに基づき形成されたマスクの形状をセンサにより実測し、センサデータを作成し、第4工程で、参照データ及びセンサデータを比較し、マスク上の欠陥を検出する。

#### 【0018】

第1工程は、マスク設計データから、所定の幅以下のパターン及び所定値以下のパターン間隔を含む非検査領域を示す第1非検査領域データを抽出し、抽出された第1非検査領域データと非検査領域に対応する補正前のマスク設計データとを比較し、所定基準に基づき第1非検査領域データを取捨選択する。また、選択された第1非検査領域データを、補正後マスク設計データに含めて保存する。第4工程は、第1非検査領域データが示すマスク上の非検査領域を除外して、参照データ及びセンサデータを比較する。

**【0019】**

これにより、設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来るマスク欠陥検査方法を実現することが出来る。

尚、従来のマスク欠陥検査方法では、上述したように、図13が示すS40、D26、S36、D25をマスク検査装置内に含み、装置メーカーで一体化され完成品となっているので、プログラムの変更には手間が掛かるが、本発明に係るマスク欠陥検査方法では、例えば図13のS35、D24の段階で実施し、技術者がCADを操作して実施するので、プログラムの編集は容易である。

**【0020】**

本発明に係るマスク欠陥検査方法は、前記マスク設計データは、前記所定の幅以下のパターン及び前記所定値以下のパターン間隔を含む非検査領域を示す第2非検査領域データを、予め含んでおり、前記第1工程は、前記第1非検査領域データ及び第2非検査領域データの論理和を取り、最終的な非検査領域データを作成する工程を更に含むことを特徴とする。

**【0021】**

このマスク欠陥検査方法では、マスク設計データは、所定の幅以下のパターン及び所定値以下のパターン間隔を含む非検査領域を示す第2非検査領域データを、予め含んでいる。第1工程は、更に、第1非検査領域データ及び第2非検査領域データの論理和を取り、最終的な非検査領域データを作成する。

これにより、設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来るマスク欠陥検査方法を実現することが出来る。

**【0022】**

本発明に係るマスク欠陥検査方法は、デバイス設計に基づき得られたマスク設計データを、マスク設計データによる露光転写パターンが補正前のマスク設計データに近づくように補正して、補正後マスク設計データを作成する第1工程と、該

補正後マスク設計データからマスク欠陥を検査する為の参照データを作成する第2工程と、前記補正後マスク設計データに基づき形成されたマスクの形状をセンサにより実測し、センサデータを作成する第3工程と、前記参照データ及びセンサデータを比較し、前記マスク上の欠陥を検出する第4工程とを備えるマスク欠陥検査方法において、前記マスク設計データは、所定の幅以下のパターン及び所定値以下のパターン間隔を含む非検査領域を示す非検査領域データを含んでおり、前記第4工程は、該非検査領域データが示す前記マスク上の非検査領域を除外して、前記参照データ及びセンサデータを比較することを特徴とする。

#### 【0023】

このマスク欠陥検査方法では、第1工程で、デバイス設計に基づき得られたマスク設計データを、マスク設計データによる露光転写パターンが補正前のマスク設計データに近づくように補正して、補正後マスク設計データを作成し、第2工程で、補正後マスク設計データからマスク欠陥を検査する為の参照データを作成する。第3工程で、補正後マスク設計データに基づき形成されたマスクの形状をセンサにより実測し、センサデータを作成し、第4工程で、参照データ及びセンサデータを比較し、マスク上の欠陥を検出する。

#### 【0024】

マスク設計データは、所定の幅以下のパターン及び所定値以下のパターン間隔を含む非検査領域を示す非検査領域データを含んでおり、第4工程は、非検査領域データが示すマスク上の非検査領域を除外して、参照データ及びセンサデータを比較する。

これにより、設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来るマスク欠陥検査方法を実現することが出来る。

#### 【0025】

本発明に係るマスク欠陥検査方法は、前記所定の幅及び所定値は、前記第4工程における検出可能な下限値であることを特徴とする。

#### 【0026】

このマスク欠陥検査方法では、所定の幅及び所定値は、第4工程における検出可能な下限値であるので、設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来るマスク欠陥検査方法を実現することが出来る。

#### 【0027】

本発明に係るマスク製作方法は、本発明に係るマスク欠陥検査方法により検査されたマスクを製作することを特徴とする。

#### 【0028】

このマスク製作方法では、本発明に係るマスク欠陥検査方法により検査されたマスクを製作するので、設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来るマスク製作方法を実現することが出来る。

#### 【0029】

本発明に係る半導体集積回路の製造方法は、本発明に係るマスク製作方法により製作されたマスクを使用して、半導体集積回路を製造することを特徴とする。

#### 【0030】

この半導体集積回路の製造方法では、本発明に係るマスク製作方法により製作されたマスクを使用して、半導体集積回路を製造するので、設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来る半導体集積回路の製造方法を実現することが出来る。

#### 【0031】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係るマスク欠陥検査方法、マスク製作方法及び半導体集積回路の製造方法を、それを示す図面に基づき説明する。

本発明に係るマスク欠陥検査方法では、光近接効果補正を実施した補正後のマスク設計データ上で、マスク検査時に擬似欠陥となる領域を示すパターンを、異な

る指標で区別して、同じ補正後マスク設計データとして保持する。

### 【0032】

実施の形態1.

図1は、このマスク欠陥検査方法では、先ず、補正前マスク設計データD1は、光近接効果補正と非検査領域指定データの抽出及び判定とが実施される（S1）（第1工程）。その結果、補正後のマスク設計パターンと、マスク設計パターンと異なる指標で区別された非検査領域を特定するパターンとからなる補正後マスク設計データD2が作成される（S1）。

### 【0033】

次に、一方の工程として、補正後マスク設計データD2に基づき製作されたマスク（S5）の形状を、光学的センサにより読み取り、実際のマスク形状を記録したセンサデータD4を作成する（S6）（第3工程）。また、他方の工程として、補正後マスク設計データD2に基づき、角部の丸まり等を考慮して、参照データD3を作成する（S2）（第2工程）。

次に、マスク設計パターンと異なる指標で区別された非検査領域（S1）を除外して、センサデータD4と参照データD3とを比較対照させ（S3）（第4工程）、差異が生じた箇所を、欠陥として検出する（S4）（第4工程）。

### 【0034】

図2は、光近接効果補正と非検査領域指定データの抽出及び判定とが実施される工程（S1）を詳しく示すフロー図である。

光近接効果補正と非検査領域指定データの抽出及び判定とが実施される工程（S1）では、先ず、補正前マスク設計データD1に対して、光近接効果補正を実施する（S10）。次いで、光近接効果補正後のパターンに対して、パターンの幅がマスク検査装置でエラー無く検出可能な幅の最小値 $W_{min}$ 以下のパターン、及びパターンとパターンとの間隔がマスク検査装置でエラー無く検出可能な最小間隔 $S_{min}$ 以下のパターンを含む領域を抽出する（S11）。

### 【0035】

次に、抽出されたパターン（S11）と、補正前マスク設計データD1のそのパターンに該当する領域のパターンとを参照比較する（S12）。次いで、その参照比

較の結果、所定の基準により、マスク設計データに問題があるか否かを判定し（S13）、問題がある場合は、補正前マスク設計データD1のその部分を修正し、再処理を実施する（S10, 11）。最終的に抽出箇所に問題なしと判定すれば（S13）、抽出された擬似的なエラーを含む非検査領域を、別の指標で区別されるデータとして含む補正後マスク設定データD2を作成し保存する。

#### 【0036】

以下に、プロセス検討等の理由により、様々な寸法で描かれた設計パターンを含む補正前マスク設計データD1に基づき、光近接効果補正、マスク作成及びマスク欠陥検査を実施する場合を説明する。尚、マスク検査装置から規定される、エラーになる最小値の、補正前マスク設計データD1、又は補正後マスク設計データD2上に換算した値は、線幅150nm、パターン間隔150nmである。

補正前マスク設計データD1に基づき光近接効果補正を実施し（S10）、所定寸法以下のパターンを抽出する（S11）。このパターンの一例を図5（a）に示す。図5（a）では、ライン端部とそれに対向するパターンとの距離が145nmになっており、この部分が抽出される（S11）。

#### 【0037】

次に、抽出したパターンに該当する補正前マスク設計データD1の領域を参照したものを、図5（b）に示す。図5（b）に示す設計パターンでは、ライン端部とそれに対向するパターンとの距離は165nmで、周期的に並んだラインの線幅は150nmでそれぞれ設計されており、正常な設計である。その為、抽出された領域（S11）を、非検査領域として異なる指標で区別して、補正後マスク設計データD2に含めて保存する。

#### 【0038】

次に、抽出された別のパターン（S11）を図6（a）に示す。図6（a）に示すパターンに該当する補正前マスク設計データD1の領域を参照したものを、図6（b）に示す。図6（b）では、周期的に並んだパターンの1つのみが、100nmで描かれている。この為、図6（a）に示す補正後のデータにおいて、その部分のみライン端部とそれに対向するパターンの間隔が狭くなったことが分かる。この場合は、補正前マスク設計データD1の該当部分を150nmに修正し、再度

、光近効果補正から実施する。

#### 【0039】

以上のような操作を実施し、最終的に出力されたデータに基づき、図1に示すフロー図に従い、マスク作成から検査までの工程を実施する。検査時に擬似的なエラーが発生する領域は、非検査領域として抽出されており、この部分は検査対象から除外される為、検査時の擬似的なエラーは防ぐことが出来、検査時間が短縮される。

上述したようなマスク欠陥検査方法により欠陥検査されたマスクを製作し、この製作したマスクを使用して、半導体集積回路を製造する。

#### 【0040】

実施の形態2.

図3は、本発明に係るマスク欠陥検査方法の実施の形態2を示すフロー図である。このフロー図は、図1が示すフロー図において、光近接効果補正と非検査領域指定データの抽出及び判定とが実施される工程(S1)の他の実施の形態を詳しく示しており、その他の部分は、図1が示すフロー図と同様であるので、説明を省略する。

#### 【0041】

このマスク欠陥検査方法では、補正前マスク設計データD1において、特定の領域内に、予め非検査領域データ(第2非検査領域データ)を作成しておく。これは、マスク設計データで使われる最小寸法以下のパターンを含む領域(パターンの幅がマスク検査装置でエラー無く検出可能な幅の最小値 $W_{min}$ 以下のパターン、及びパターンとパターンとの間隔がマスク検査装置でエラー無く検出可能な最小間隔 $S_{min}$ 以下のパターンを含む領域)が、マスク設計時に特定されている等の場合に可能である。

#### 【0042】

光近接効果補正と非検査領域指定データの抽出及び判定とが実施される工程(図1S1)では、先ず、補正前マスク設計データD1に対して、光近接効果補正を実施する(図3S15)。次いで、光近接効果補正後のパターンに対して、パターンの幅がマスク検査装置でエラー無く検出可能な幅の最小値 $W_{min}$ 以下のパターン



、及びパタンとパタンとの間隔がマスク検査装置でエラー無く検出可能な最小間隔  $S_{min}$  以下のパタンを含む領域を抽出する (S16)。このとき、予め作成され補正前マスク設計データ D1 に含まれる非検査領域データが示す領域は、抽出する対象から除外しておく。

#### 【0043】

次に、抽出されたパタン (S16) と、補正前マスク設計データ D1 のそのパタンに該当する領域のパタンとを参照比較する (S17)。次いで、その参照比較の結果、所定の基準により、マスク設計データに問題があるか否かを判定し (S18)、問題がある場合は、補正前マスク設計データ D1 のその部分を修正し、再処理を実施する (S15, 16)。最終的に抽出箇所に問題なしと判定すれば (S18)、抽出された擬似的なエラーを含む非検査領域データ (第1非検査領域データ) と、予め作成され補正前マスク設計データ D1 に含まれる非検査領域データとの論理和を取り (S19)、その演算結果である非検査領域データを、別の指標で区別されるデータとして含む補正後マスク設定データ D2 を作成し保存する。

#### 【0044】

以下に、メモリデバイス等のように特定の領域に、規則的にパタンが配列された領域と、不規則なパタン配置がされた領域とが区別されるような設計パタンを含む設計データに、光近接効果補正、マスク作成、マスク欠陥検査を実施する場合を説明する。尚、マスク検査装置から規定される、エラーになる最小値の、補正前マスク設計データ D1、又は補正後マスク設計データ D2 上に換算した値は、線幅 150 nm、パタン間隔 150 nm である。

図7は、マスク設計データに光近接効果補正を実施した (S15) 後の設計パタンであり、A, Bで示される領域が検査可能値以下の 145 nm になっている。図7に示す設計パタンの、光近接効果補正 (S15) 前のデータによるパタンが、図8に示してある。

#### 【0045】

図8では、領域1がメモリセルであり、周期的なパタンが配列されており、それ以外の領域2は、ランダムにパタンが配置されている。このような場合、領域

1のメモリセル部分に関し、それ以前に他の同様のデータに光近接効果補正を実施した結果から、エラーの発生する箇所が、特定されているときには、図3が示すフロー図に従い処理することが可能である。

先ず、A部分を含む領域データを、異なる指標で区別される非検査領域データとして、補正前マスク設計データD1の領域1のデータに作成しておく。

この際、領域1のような周期的なパターンは、通常、配列を用いた繰り返し構造として設計されており、配列の基本パターンの一つ（又はいくつか）に、非検査領域データを描くことで、容易に配置することが可能である。

#### 【0046】

このようにして作成された補正前マスク設計データD1に対して、光近接効果補正を実施し（S15）、エラー箇所を抽出する（S16）。但し、この場合は、領域1に対する光近接効果補正及び抽出は不要であり、領域2のみに実施する。これにより、周期パターンを多く含むメモリセル等では、数倍程度、処理時間の短縮が可能である。

#### 【0047】

このように領域2で抽出された非検査領域データ（S16, 17, 18）と、領域1の非検査領域データとの論理和を取って作成した非検査領域データ（S19）を、異なる指標で区別されるデータとして、光近接効果補正（S15）後のマスク設計データに加えて、補正後マスク設計データD2を作成する。

以上のような操作を実施し、最終的に出力された補正後マスク設計データD2に基づき、図1のフロー図に従って、マスク製作からマスク欠陥検査までの工程を実施する。検査時に擬似的なエラーが発生する領域は、非検査領域データとして抽出されており、この部分は欠陥検査の対象から除外される為、マスク欠陥検査時の擬似的なエラー発生を防ぎ、検査時間が短縮される。

上述したようなマスク欠陥検査方法により欠陥検査されたマスクを製作し、この製作したマスクを使用して、半導体集積回路を製造する。

#### 【0048】

実施の形態3.

図4は、本発明に係るマスク欠陥検査方法の実施の形態3を示すフロー図であ

る。このフロー図は、図1が示すフロー図において、光近接効果補正と非検査領域指定データの抽出及び判定とが実施される工程（S1）の他の実施の形態を詳しく示しており、ここでは、非検査領域指定データの抽出及び判定は実施されない。その他の部分は、図1が示すフロー図と同様であるので、説明を省略する。

#### 【0049】

光近接効果補正が実施される工程（図1 S1）では、まず、予め作成された非検査領域データを含む補正前マスク設計データD1に対して、非検査領域データを除外して光近接効果補正を実施し（図4 S21）、補正後マスク設定データD2を作成し保存する。

このマスク欠陥検査方法は、補正前マスク設計データD1に対して光近接効果補正を実施した（S21）後のデータにおいて、マスク検査装置が擬似的なエラーを発生するであろうパターンが特定されている場合に有効であり、光近接効果補正（S21）後の抽出処理（例えば、図2 S11, 12, 13）を省略出来、処理時間の短縮が可能である。

#### 【0050】

上述した実施の形態2では、周期的なパターン領域1及びそれ以外の領域2において、光近接効果補正後のマスク検査時に、擬似的なエラーとして検出される値以下のパターンが発生していた。しかし、メモリデバイス等では、フォトリソグラフィプロセス上の制限から、周期的なメモリセルのパターン部分のみに、パターン間隔の小さい設計を実施している。その他の非周期的なランダムなパターンでは、十分に大きなパターン間隔のみ設計上で許されており、擬似的なエラー発生が、特定の領域にしか存在しないことが明らかな設計データも存在する。

#### 【0051】

このような場合、図4のフロー図に従って、予め補正前マスク設計データD1に非検査領域を描いておくことで、光近接効果補正後のエラー箇所抽出工程を、省くことが出来、処理時間を短縮することが可能である。

この場合も、最終的に出力された補正後マスク設計データD2に基づき、図1が示すフロー図に従って、マスク作成からマスク欠陥検査までの工程を実施する。検査時に擬似的なエラーが発生する領域は、非検査領域データとして特定され

ており、この部分は欠陥検査の対象から除外される為、マスク欠陥検査時の擬似的なエラー発生を防ぎ、検査時間が短縮される。

上述したようなマスク欠陥検査方法により欠陥検査されたマスクを製作し、この製作したマスクを使用して、半導体集積回路を製造する。

#### 【 0 0 5 2 】

##### 【発明の効果】

本発明に係るマスク欠陥検査方法によれば、設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来るマスク欠陥検査方法を実現することが出来る。

#### 【 0 0 5 3 】

本発明に係るマスク製作方法によれば、設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来るマスク製作方法を実現することが出来る。

#### 【 0 0 5 4 】

本発明に係る半導体集積回路の製造方法によれば、設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来る半導体集積回路の製造方法を実現することが出来る。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明に係るマスク欠陥検査方法の実施の形態を示すフロー図である。

##### 【図 2】

光近接効果補正と非検査領域指定データの抽出及び判定とが実施される工程を詳しく示すフロー図である。

##### 【図 3】

本発明に係るマスク欠陥検査方法の実施の形態を示すフロー図である。

##### 【図 4】

本発明に係るマスク欠陥検査方法の実施の形態を示すフロー図である。

【図 5】

本発明に係るマスク欠陥検査方法における光近接効果補正の例を示す説明図である。

【図 6】

本発明に係るマスク欠陥検査方法における光近接効果補正の例を示す説明図である。

【図 7】

本発明に係るマスク欠陥検査方法における光近接効果補正の例を示す説明図である。

【図 8】

本発明に係るマスク欠陥検査方法における光近接効果補正の例を示す説明図である。

【図 9】

フォトマスクに形成されるパターンにおける光の干渉効果の影響の例を示す説明図である。

【図 1 0】

マスク欠陥検査方法における光近接効果補正の例を示す説明図である。

【図 1 1】

従来のマスク欠陥検査方法の例を示すフロー図である。

【図 1 2】

マスク欠陥検査方法における光近接効果補正の例を示す説明図である。

【図 1 3】

従来のマスク欠陥検査方法の例を示すフロー図である。

【図 1 4】

従来のマスク欠陥検査方法の例を示すフロー図である。

【符号の説明】

D 1 補正前マスク設計データ

D 2 補正後マスク設計データ

D 3 参照データ

D 4 センサデータ

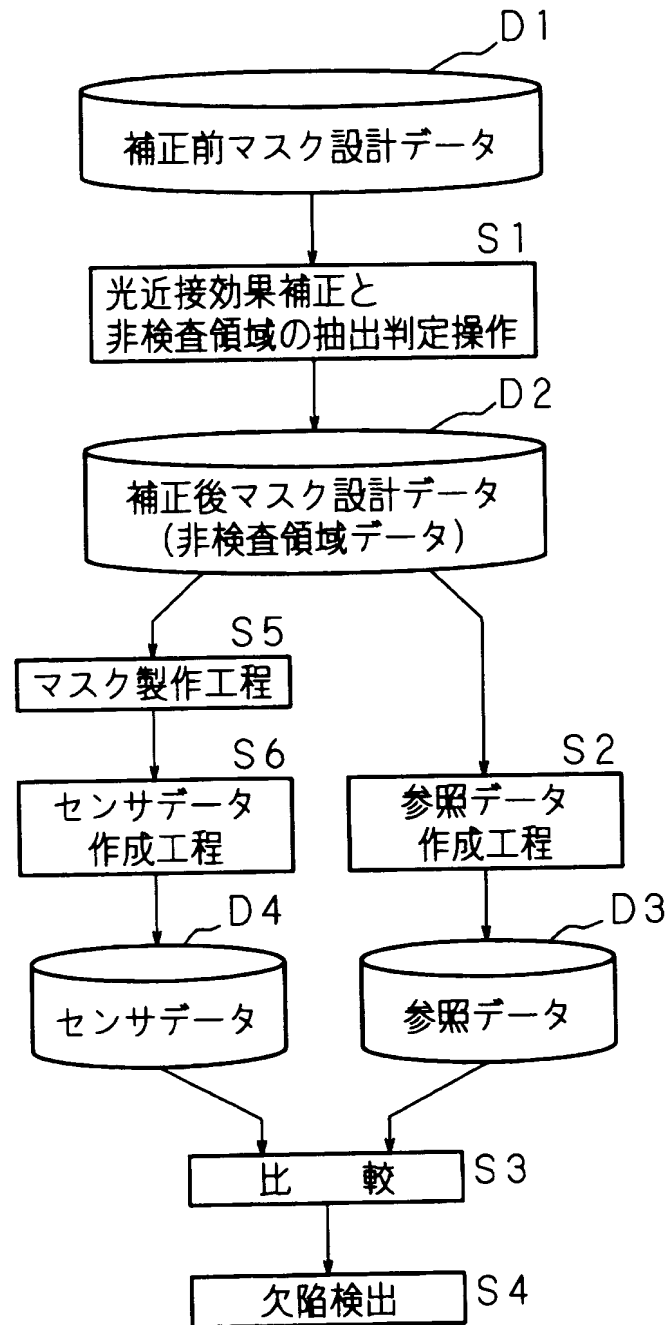
Smin マスク検査装置でエラー無く検出可能な最小間隔

Wmin マスク検査装置でエラー無く検出可能な幅の最小値

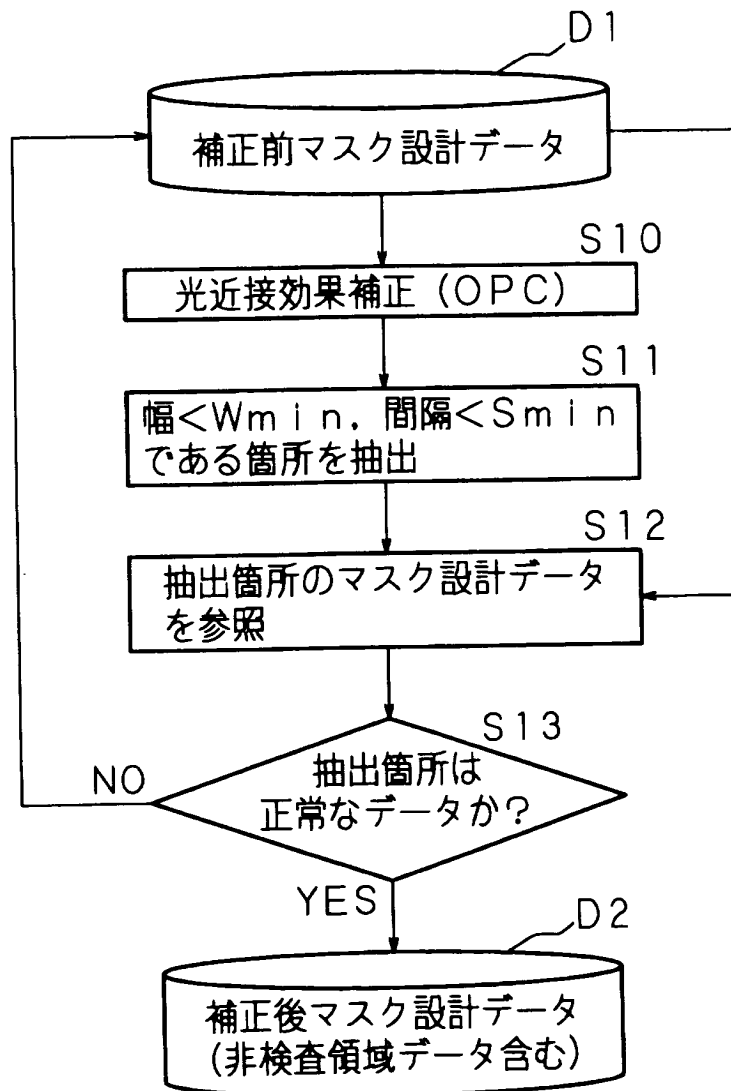
【書類名】

図面

【図 1】

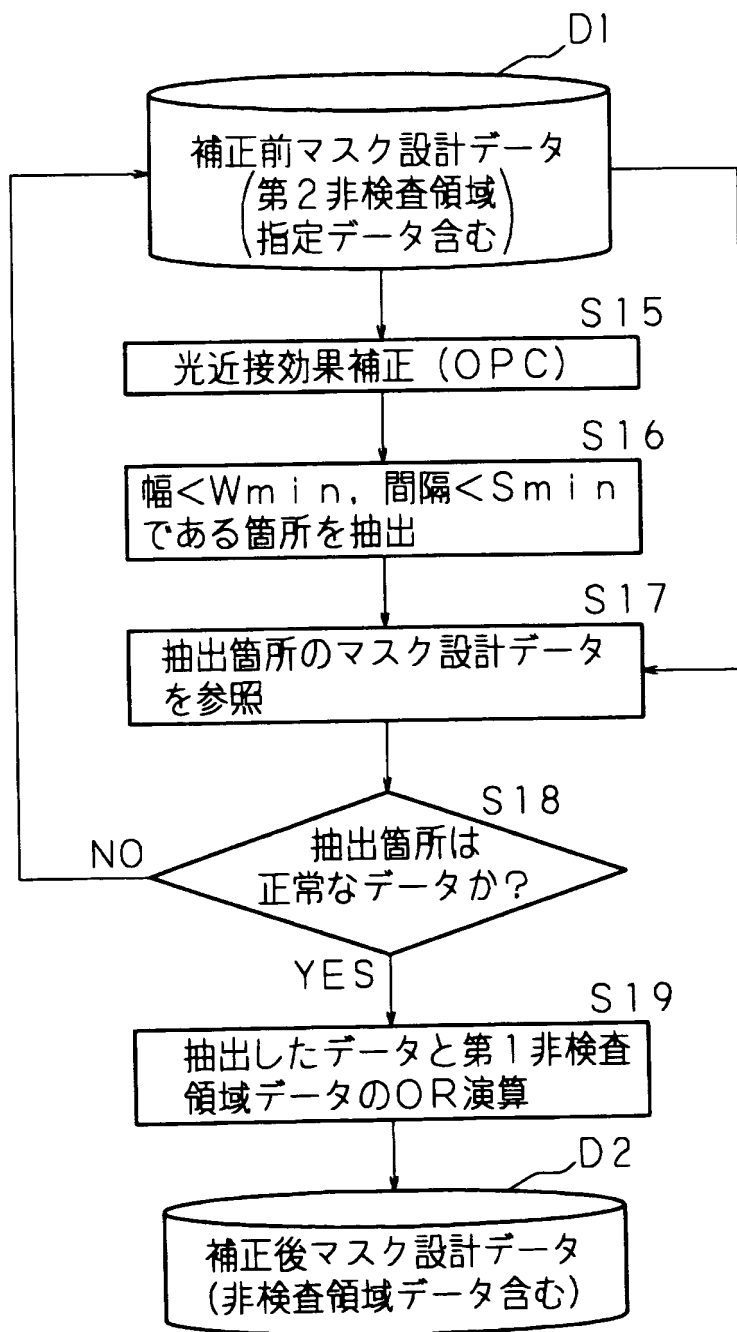


【図 2】

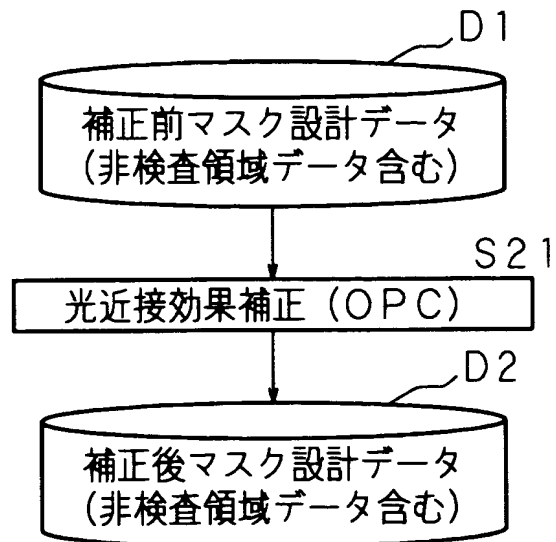




【図 3】

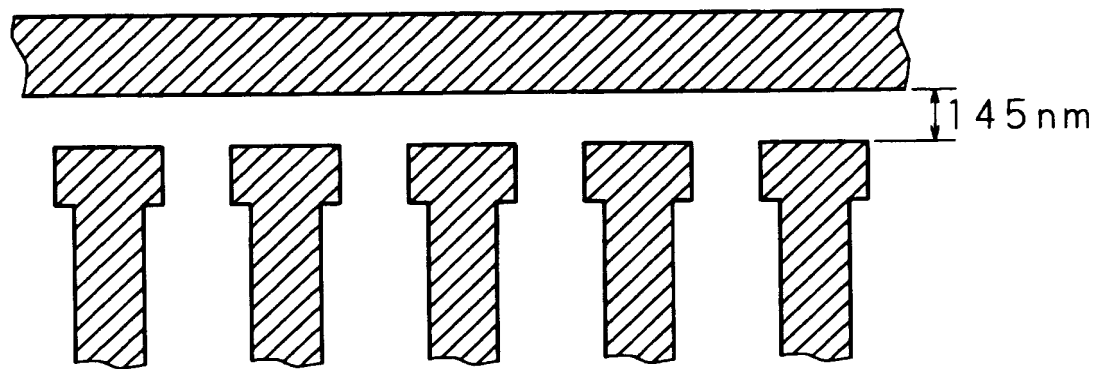


【図 4】

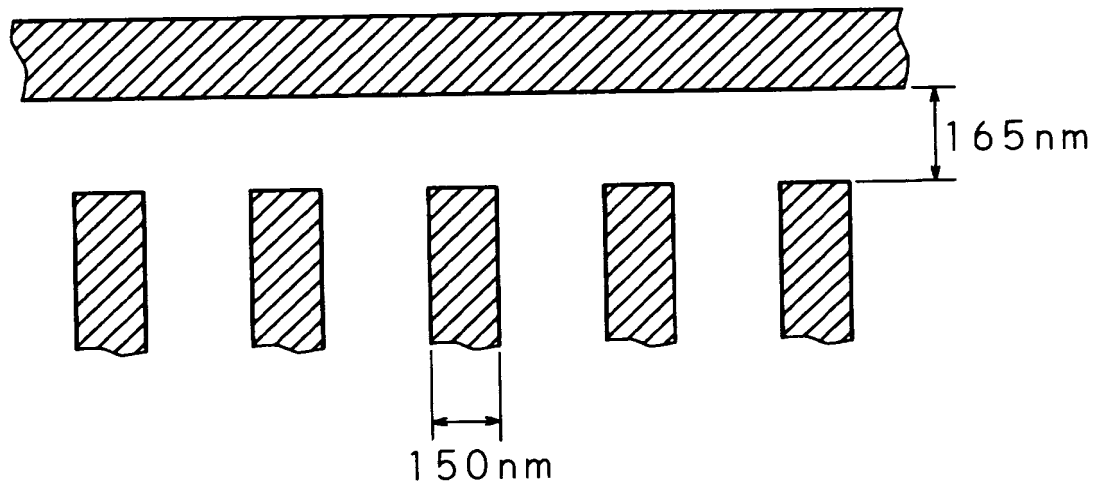


【図 5】

(a)

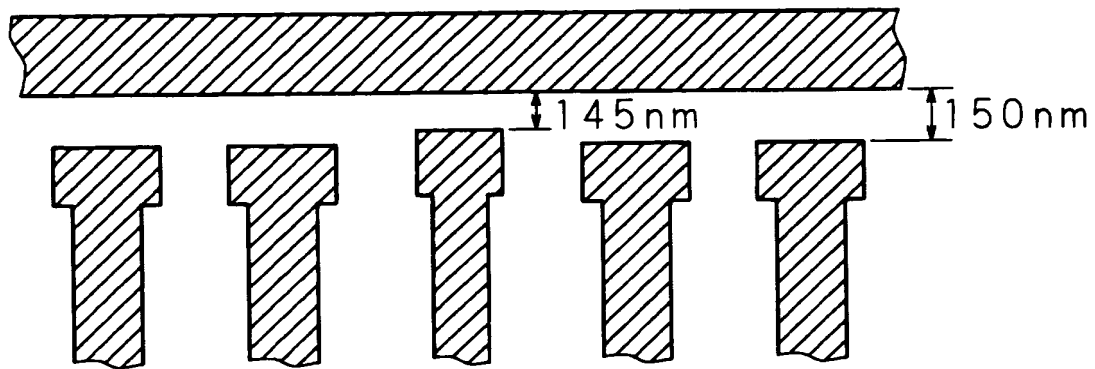


(b)

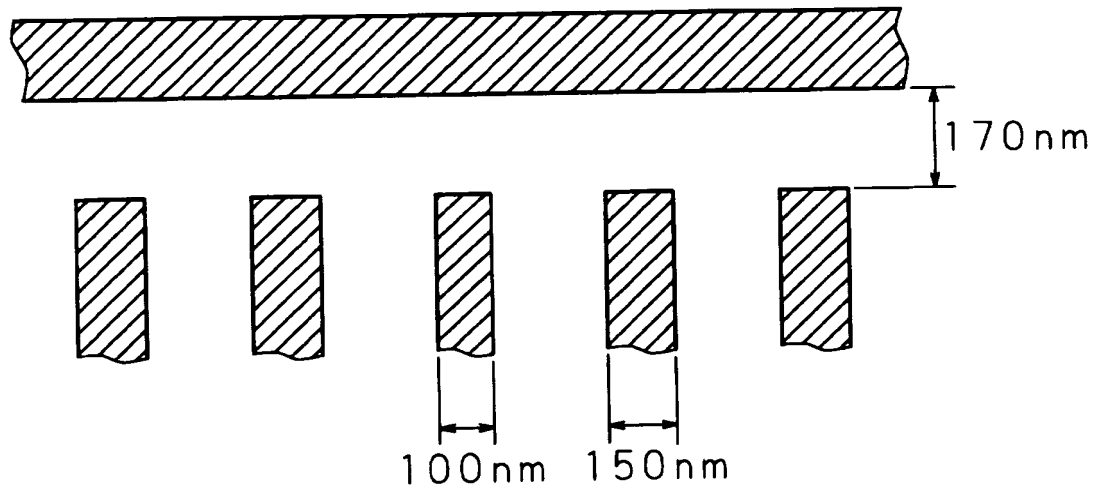


【図 6】

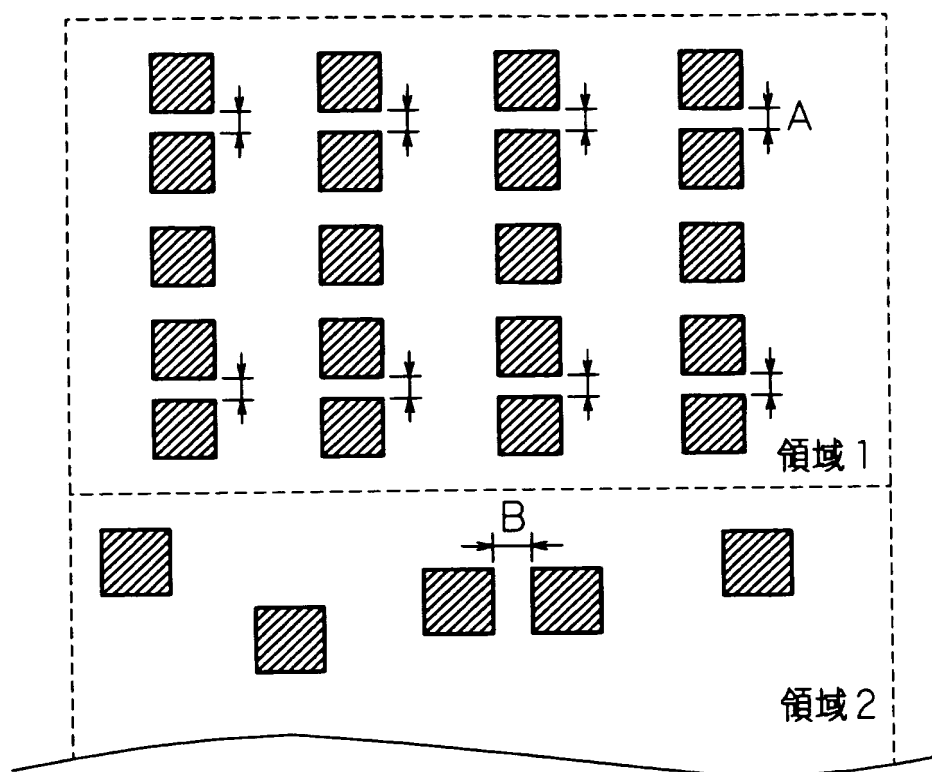
(a)



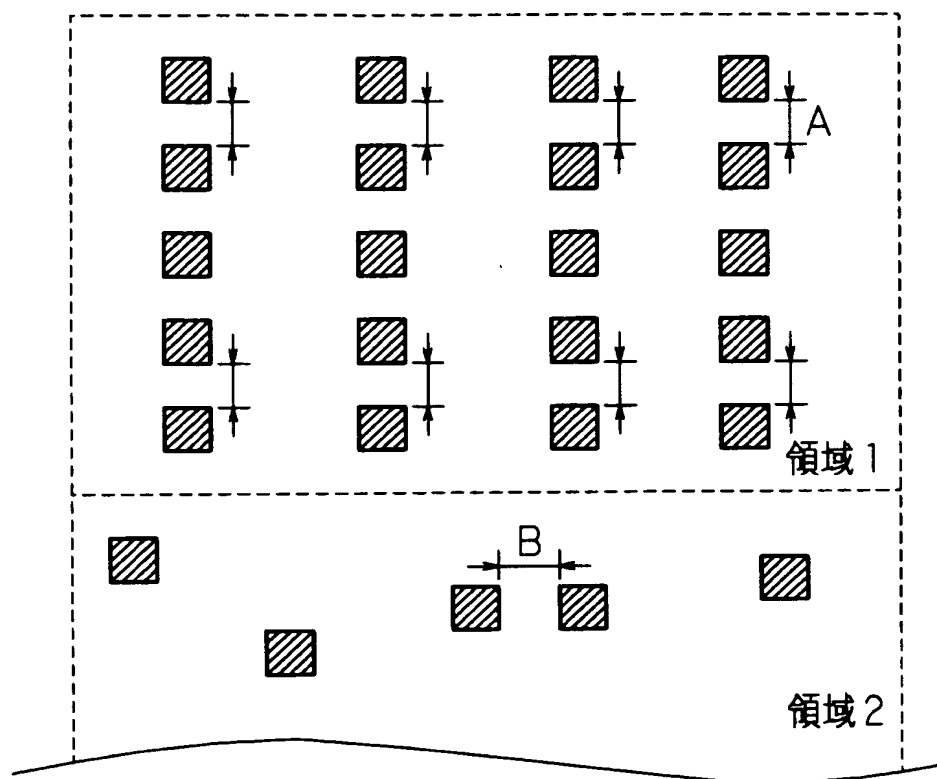
(b)



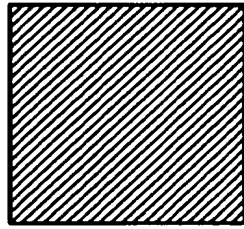
【図 7】



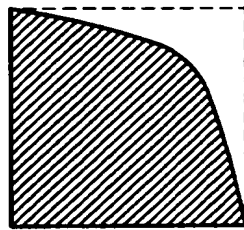
【図 8】



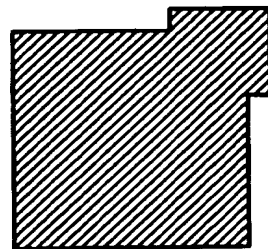
【図 9】



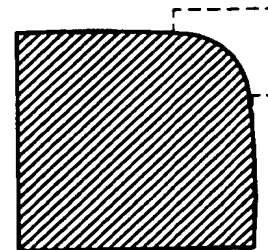
(a)



(b)

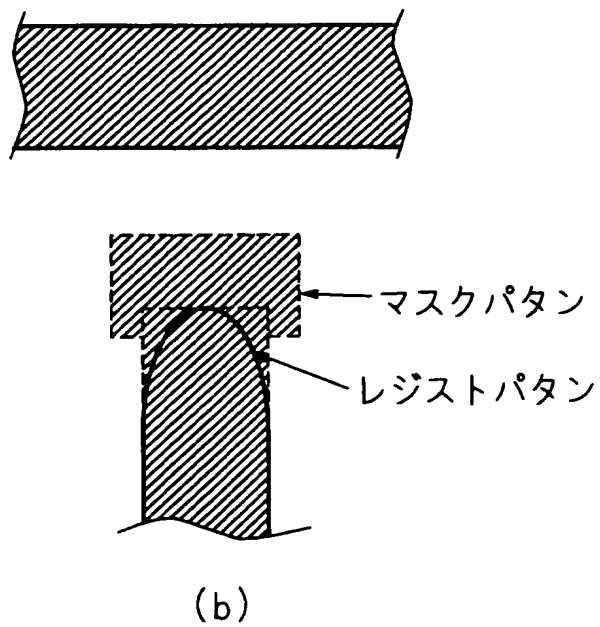
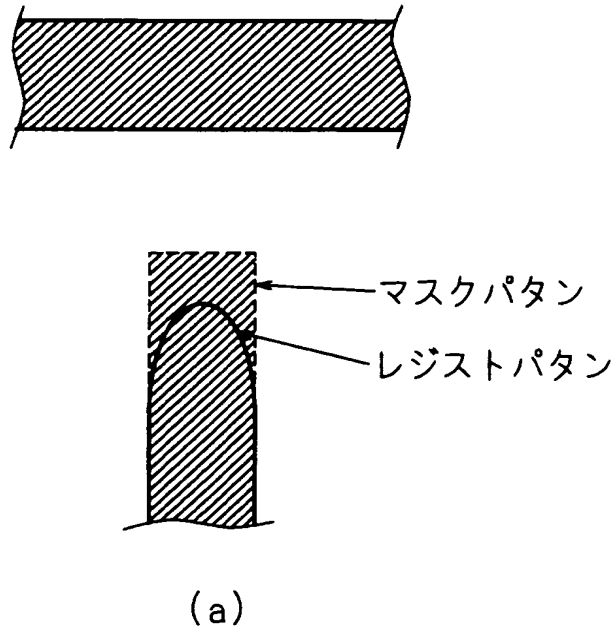


(c)



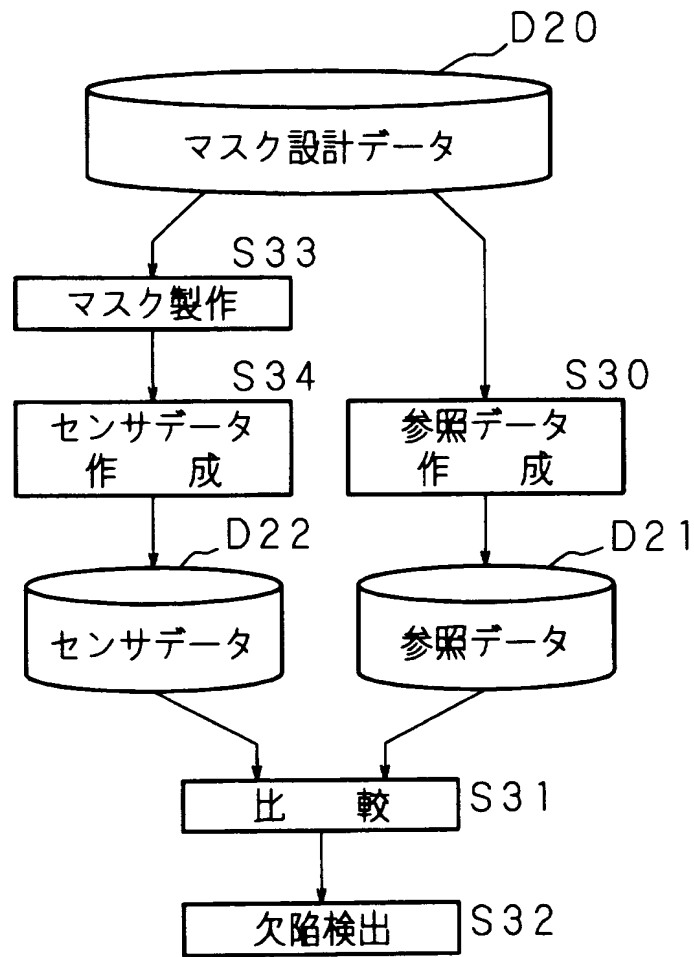
(d)

【図 10】

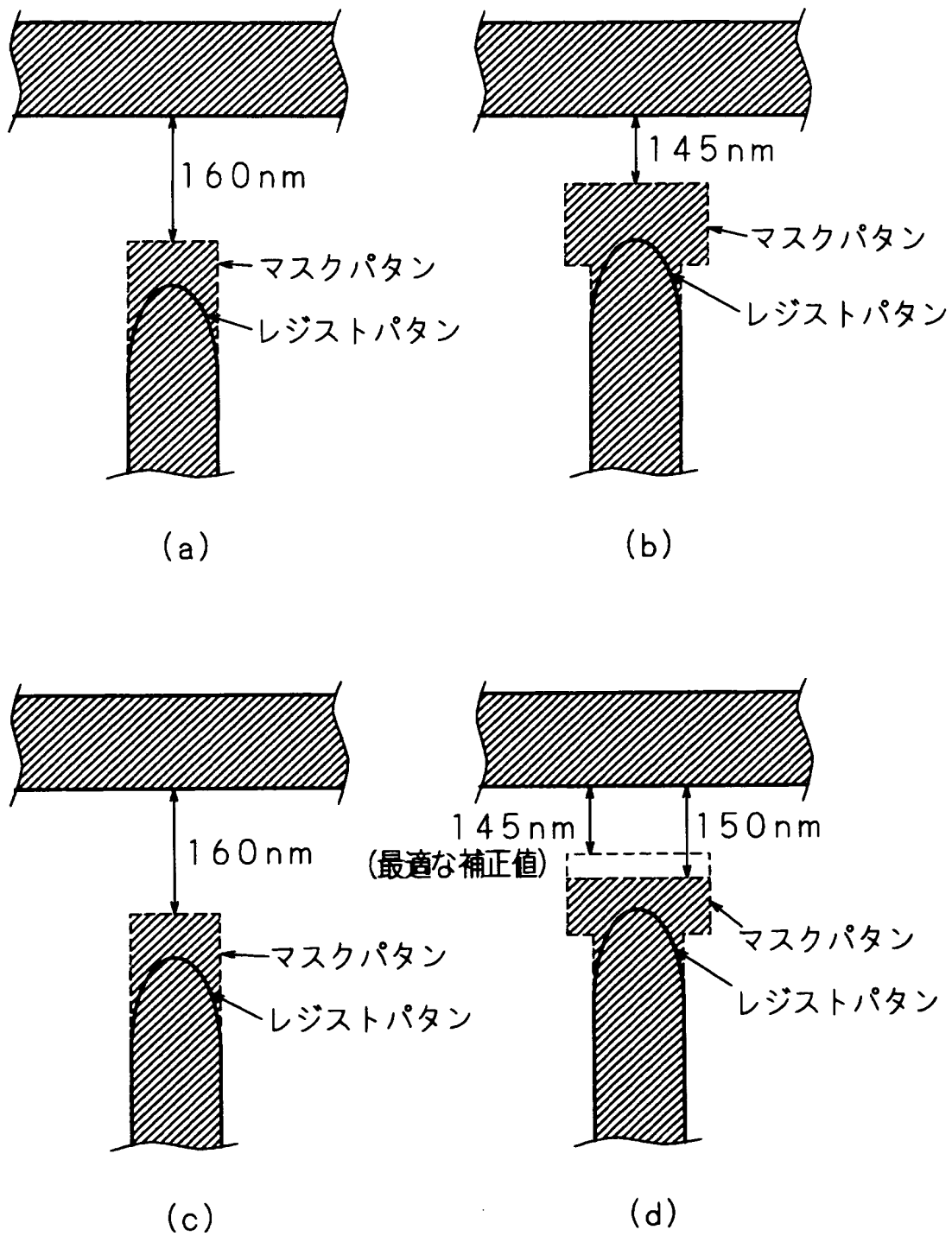




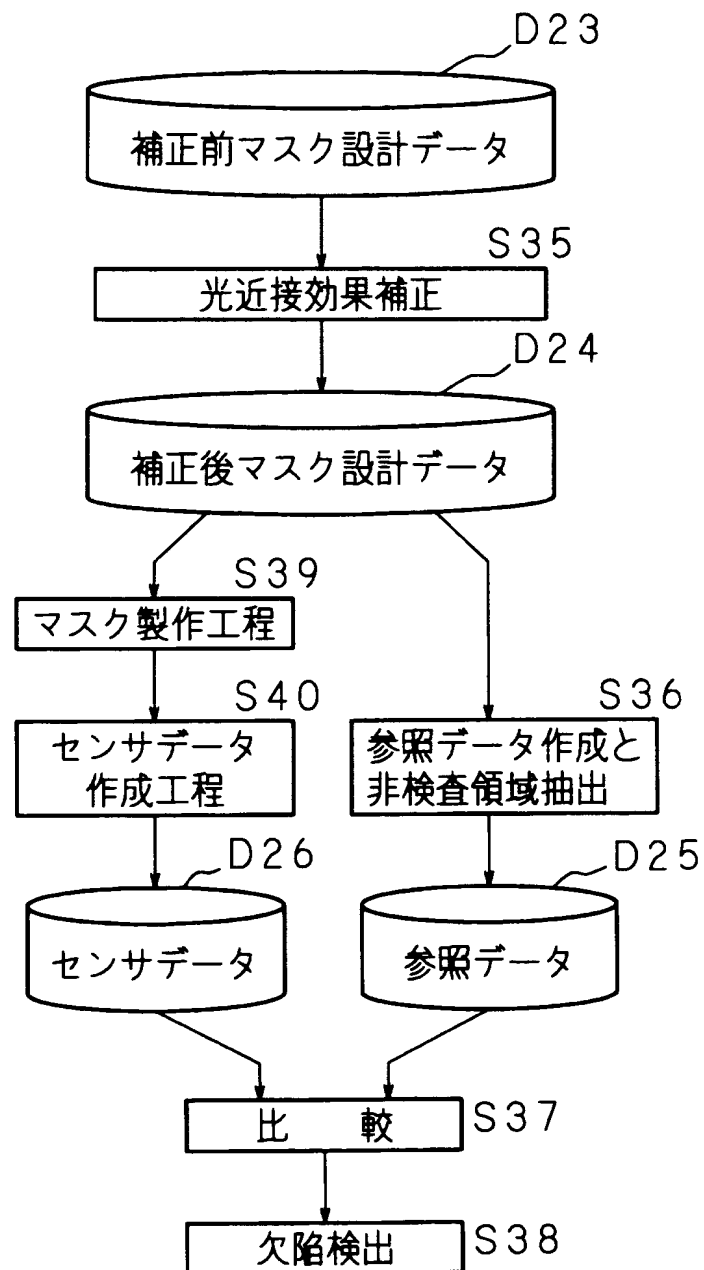
【図 11】



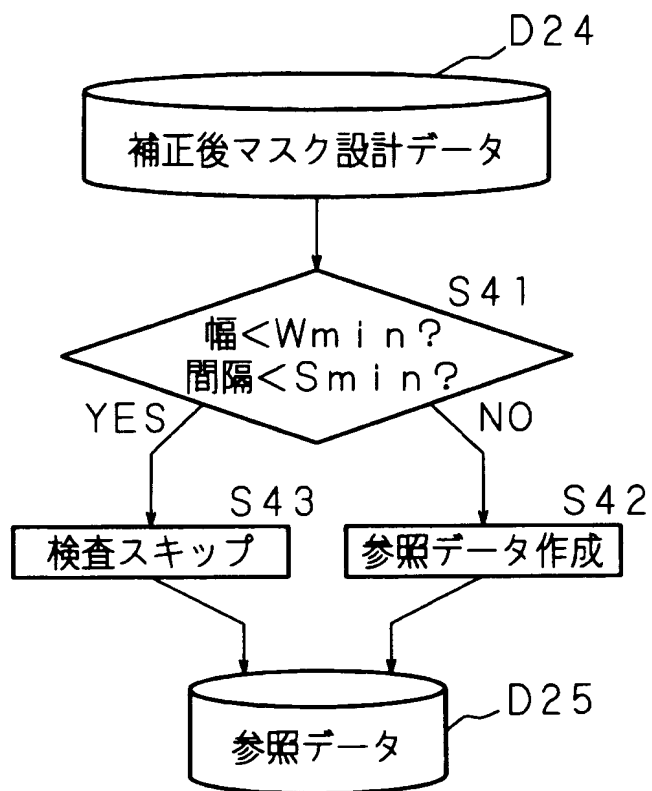
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 設計パターンを光近接効果補正して得たパターンに対して実施されるマスクの欠陥検査工程において、擬似的なエラー発生による遅延を防止出来ると共に、欠陥検査精度の低下をも防止出来るマスク欠陥検査方法の提供。

【解決手段】 露光転写パターンに基づき補正した（S 1 0）補正後マスク設計データ D 2 から、参照データを作成し、補正後マスク設計データ D 2 に基づくマスクの形状を実測してセンサデータを作成するマスク欠陥検査方法。露光転写パターンに基づき補正した（S 1 0）マスク設計データから、所定の幅以下のパターン及び所定値以下のパターン間隔を含む非検査領域を示す第 1 非検査領域データを抽出し（S 1 1）、抽出した第 1 非検査領域データを、補正後マスク設計データ D 2 に含めて保存し、第 1 非検査領域データが示す非検査領域を除外して、参照データ及びセンサデータを比較し、マスク上の欠陥を検出する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 1 1 9 2 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社

特願 2 0 0 2 - 3 1 1 9 2 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 1 9 3 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号

氏 名

凸版印刷株式会社